

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-290849  
 (43)Date of publication of application : 26.10.1999

(51)Int.Cl.

C02F 1/44  
 B01D 61/02  
 B01D 61/08  
 B01D 61/58  
 B01D 65/02  
 B01D 65/08

(21)Application number : 10-103008

(71)Applicant : NITTO DENKO CORP

(22)Date of filing : 14.04.1998

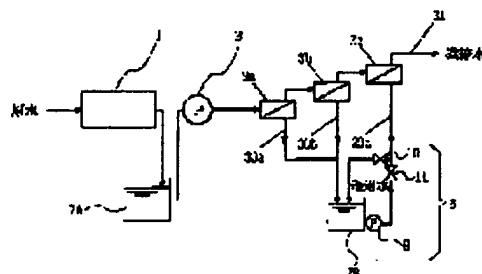
(72)Inventor : KAWADA ICHIRO

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR DESALTING SALT WATER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a high recovery while preventing the lowering of membrane capacity caused by a silica scale.

**SOLUTION:** Backwashing mechanisms 5 are provided to second and third stage reverse osmosis membrane modules 3b, 3c among a plurality of reverse osmosis membrane modules 3a, 3b, 3c and backwashing is periodically performed. Vibration generators are arranged to the second and third stage reverse osmosis membrane modules 3b, 3c among a plurality of the reverse osmosis membrane modules 3a, 3b, 3c and a specific vibration with vibration frequency of 5-100 Hz is applied to the vibration generator.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-290849

(43)公開日 平成11年(1999)10月26日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 0 2 F 1/44  
B 0 1 D 61/02 5 0 0  
61/08  
61/58  
65/02

識別記号  
F I  
C 0 2 F 1/44  
B 0 1 D 61/02 G  
61/08  
61/58  
65/02

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁) 最終頁に続ぐ

(21)出願番号 特願平10-103008

(22)出願日 平成10年(1998)4月14日

(71)出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72)発明者 河田 一郎

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内

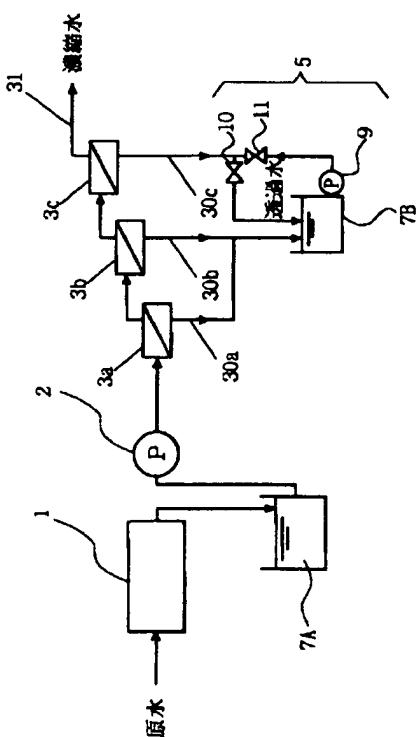
(74)代理人 弁理士 福島 祥人

(54)【発明の名称】 かん水脱塩装置およびかん水脱塩方法

(57)【要約】

【課題】シリカスケールによる膜性能の低下を防止しつつ高い回収率を実現することができるかん水脱塩装置およびかん水脱塩方法を提供することである。

【解決手段】複数段の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cのうち2段目または3段目の逆浸透膜モジュール3b, 3cに逆洗機構5を設け、定期的に逆流洗浄を行う。また、複数段の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cのうち2段目または3段目の逆浸透膜モジュール3b, 3cに振動発生装置を設け、特定の振動数5~100Hzの振動を与える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩装置において、前記複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに透過水側から逆流洗浄を行う逆洗機構を設けたことを特徴とするかん水脱塩装置。

【請求項2】複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩装置において、前記複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに振動を与える振動発生装置を設けたことを特徴とするかん水脱塩装置。

【請求項3】前記振動発生装置により与えられる振動の振動数は、5Hz以上100Hz以下であることを特徴とする請求項2記載のかん水脱塩装置。

【請求項4】前記少なくとも1段の逆浸透膜モジュールの前段の逆浸透膜モジュールは、スケールが発生する直前の濃度まで供給水を濃縮することを特徴とする請求項1、2または3記載のかん水脱塩装置。

【請求項5】前記複数段の逆浸透膜モジュールは、pH6.5の食塩濃度0.15%の水溶液を原液として温度25°Cおよび操作圧力15kgf/cm<sup>2</sup>で30分間運転した後の食塩阻止率が30%以上となる性能を有することを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載のかん水脱塩装置。

【請求項6】複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩方法において、前記複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに透過水側から逆流洗浄を行うことを特徴とするかん水脱塩方法。

【請求項7】複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩方法において、前記複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに振動を与えることを特徴とするかん水脱塩方法。

【請求項8】前記少なくとも1段の逆浸透膜モジュールの前段の逆浸透膜モジュールによりスケールが発生する直前の濃度まで供給水を濃縮することを特徴とする請求項7記載のかん水脱塩方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数段に連結された逆浸透膜モジュールを用いてかん水の脱塩を行うかん水脱塩装置およびかん水脱塩方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、凝集濾過等の水処理技術を用いて河川水、井戸水、水道水、工業用水等のかん水を脱塩して飲料水を得ることが行われている。しかしながら、近年、原水に砒素、フッ素、窒素、農薬、トリハロメタン等の有害物質が含まれるようになり、従来の水処理技術だけでは所定の水道水基準を満足する飲料水が得

られない場合がある。そこで、原水を脱塩するとともに上記の有害物質を取り除くために多段に連結された逆浸透膜モジュールを用いてかん水の脱塩を行うことがある。

【0003】図3は複数段の逆浸透膜モジュールを用いた従来のかん水脱塩装置の一例を示す模式図である。

【0004】図3において、原水は前処理装置1に供給される。前処理装置1では、原水に凝集沈殿砂濾過や凝集濾過、精密濾過や限外濾過等の前処理を行う。前処理装置1で前処理された水は、高圧ポンプ2により第1段目の逆浸透膜モジュール3aの原水入口に供給される。あるいは、前処理装置1により処理された水は、一旦タンク7Aに貯留された後、高圧ポンプ2により1段目の逆浸透膜モジュール3aの原水入口に供給される場合もある。

【0005】第1段目の逆浸透膜モジュール3aの濃縮水出口から排出される濃縮水は、第2段目の逆浸透膜モジュール3bの原水入口に供給される。第2段目の逆浸透膜モジュール3bの濃縮水出口から排出される濃縮水は、第3段目の逆浸透膜モジュール3cの原水入口に供給される。

【0006】第3段目の逆浸透膜モジュール3cの濃縮水出口から排出される濃縮水は、濃縮水配管31を通して系外に排出される。また、第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cの透過水出口から排出される透過水はそれぞれ透過水配管30a, 30b, 30cを通してタンク7Bに供給されて貯留される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のような複数段の逆浸透膜モジュールを用いたかん水脱塩装置は、処理コスト等の理由により、水回収率が80%以上好ましくは90%以上得られないと実用的ではない。しかしながら、水回収率を上げると硬度成分やシリカが濃縮されてスケールとして逆浸透膜の膜面に析出し、膜性能の低下を招くことになる。そのため、上記のかん水脱塩装置において水回収率を80%以上に高めることは困難であった。

【0008】そこで、逆浸透膜モジュールの前処理の段階で硬度成分やシリカを低減することにより、もしくは、スケールの生成を防止する薬品の注入を行うことにより水回収率を上げた場合のスケールの発生を防止する方法が提案されている。

【0009】図4は水回収率を上げた場合のスケールの発生を防止する従来のかん水脱塩装置の一例を示す模式図である。

【0010】図4において、前処理装置1で前処理された水はスケール成分を除去もしくは防止するためのスケール成分除去処理装置8に供給される。スケール成分除去処理装置8では、供給水に例えればスケール防止剤もし

くは酸を注入することにより、シリカや硬度成分の析出を減少させる。スケール成分除去処理装置8により処理された水は、高圧ポンプ2により第1段目の逆浸透膜モジュール3aの原水入口に供給される。以後の処理は、図3のかん水脱塩装置における処理と同様である。

【0011】図4のかん水脱塩装置によれば、スケールの発生を防止しつつ水回収率を高めことが期待される。しかし、スケール成分除去処理装置8においてスケール成分を除去するために多量のスケール防止剤および酸を注入する必要があるので、処理コストが高くなるという問題がある。それゆえ、経済性を有した実用的なかん水脱塩装置およびかん水脱塩方法の実現が望まれていた。

【0012】本発明の目的は、低い処理コストでスケールによる膜性能の低下を防止しつつ高い水回収率を実現することができるかん水脱塩装置およびかん水脱塩方法を提供することである。

### 【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係るかん水脱塩装置は、複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩装置において、複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに透過水側から逆流洗浄を行う逆洗機構を設けたものである。逆流洗浄に用いる透過水量は、全透過水量の10%以下であることが望ましい。

【0014】このかん水脱塩装置においては、2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに定期的に逆流洗浄を行うことにより、膜面で発生したスケールが膜面へ沈着することを防止することができる。それにより、低い処理コストでスケールの沈着を防止しつつ高い水回収率を実現することができる。したがって、スケールによる膜性能の低下を招くことなく、経済的にかん水を脱塩することが可能となる。

【0015】第2の発明に係るかん水脱塩装置は、複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩装置において、複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに振動を与える振動発生装置を設けたものである。

【0016】このかん水脱塩装置においては、2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに振動を与えることにより、スケール成分の凝集を防止し、スケールの発生を防止することができる。また、膜面でスケールが発生した場合でも、発生したスケールが膜面へ沈着することを防止することができる。それにより、低い処理コストでスケールの発生および沈着を防止しつつ高い水回収率を実現することができる。したがって、スケールによる膜性能の低下を招くことなく、経済的にかん水を脱塩することが可能となる。

【0017】特に、振動発生装置により与えられる振動の振動数は、5Hz以上100Hz以下であることが好ましい。これにより、膜にダメージを与えることなくス

ケールの発生および膜面へのスケールの沈着を十分に防止することができる。

【0018】また、第1および第2の発明に係るかん水脱塩装置において、上記少なくとも1段の逆浸透膜モジュールの前段の逆浸透膜モジュールは、スケールが発生する直前の濃度まで供給水を濃縮することが好ましい。これにより、スケールの発生をより効率的に防止することができる。

【0019】複数段の逆浸透膜モジュールは、pH6.5の食塩濃度0.15%の水溶液を原液として温度25°Cおよび操作圧力15kgf/cm<sup>2</sup>で30分間運転した後の食塩阻止率が30%以上となる性能を有することが好ましい。それにより、原水中の有害物質を効果的に除去することが可能となる。

【0020】複数段の逆浸透膜モジュールの逆浸透膜がポリアミド膜またはポリビニルアルコール膜からなることが好ましい。それにより、砒素、フッ素、窒素、農薬、トリハロメタン等の有害物質の阻止性能が高くなる。

【0021】第3の発明に係るかん水脱塩方法は、複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩方法において、複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに透過水側から逆流洗浄を行うものである。

【0022】このかん水脱塩方法においては、2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに逆流洗浄を行うことにより、膜面で発生したスケールが膜面へ沈着することを防止することができる。それにより、低い処理コストでスケールの沈着を防止しつつ高い水回収率を実現することができる。したがって、スケールによる膜性能の低下を招くことなく、経済的にかん水を脱塩することが可能となる。

【0023】逆流洗浄は、定期的に行なうことが好ましい。それにより、常時スケールの沈着を防止し、高い水回収率を維持することが可能となる。

【0024】第4の発明に係るかん水脱塩方法は、複数段に連結された逆浸透膜モジュールによりかん水の脱塩を行うかん水脱塩方法において、複数段のうち2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに振動を与えるものである。

【0025】このかん水脱塩方法においては、2段目以降の少なくとも1段の逆浸透膜モジュールに振動を与えることにより、スケール成分の凝集を防止し、スケールの発生を防止することができる。また、膜面でスケールが発生した場合でも、発生したスケールが膜面へ沈着することを防止することができる。それにより、低い処理コストでスケールの発生および沈着を防止しつつ高い水回収率を実現することができる。したがって、スケールによる膜性能の低下を招くことなく、経済的にかん水を脱塩することが可能となる。

【0026】特に、振動の振動数は、5 Hz以上100 Hz以下であることが好ましい。これにより、膜にダメージを与えることなくスケールの発生および膜面へのスケールの沈着を十分に防止することができる。

【0027】また、第3および第4の発明に係るかん水脱塩方法において、上記少なくとも1段の逆浸透膜モジュールの前段の逆浸透膜モジュールによりスケールが発生する直前の濃度まで供給水を濃縮することが好ましい。これにより、スケールの発生をより効率的に防止することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るかん水脱塩装置の一例を示す模式図である。以下、図1のかん水脱塩装置およびそれを用いたかん水脱塩方法について説明する。

【0029】図1において、原水は前処理装置1に供給される。前処理装置1では、原水に凝集沈殿砂濾過や凝集濾過、精密濾過や限外濾過等の前処理を行う。この前処理は、逆浸透膜モジュールの膜面を懸濁物質や有機物の付着および汚染から保護するために行われる。

【0030】前処理装置1により前処理された原水は、高圧ポンプ2を用いて第1段目の逆浸透膜モジュール3aの原水入口に供給される。あるいは、前処理装置1で前処理された水は、一旦タンク7Aに貯留された後、高圧ポンプ2により一段目の逆浸透膜モジュール3aの原水入口に供給される場合もある。

【0031】第1段目および第2段目の逆浸透膜モジュール3a, 3bにより、原水がスケール発生の直前の濃度まで濃縮される。第2段目の逆浸透膜モジュール3bの濃縮水出口から排出される濃縮水は、第3段目の逆浸透膜モジュール3cの原水入口に供給され、総水回収率が80%以上好ましくは90%以上になるまで濃縮される。第3段目の逆浸透膜モジュール3cの濃縮水出口から排出される濃縮水は、濃縮水配管31を通して系外に排出される。

【0032】第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cの透過水出口から排出される透過水は、それぞれ透過水配管30a, 30b, 30cを通してタンク7Bに貯留され、必要に応じて飲料水として供給される。

【0033】このようにして、総水回収率が80%以上好ましくは90%以上になるまで原水が濃縮されつつ透過水がタンク7Bに貯留され、濃縮水が系外に排出される。

【0034】第3段目の逆浸透膜モジュール3cの透過水出口の側には、ポンプ9および弁10, 11からなる逆洗機構5が設けられている。上記の通常の運転時には、弁10が開かれ、弁11が閉じられている。それにより、第3段目の逆浸透膜モジュール3cの透過水出口から排出される透過水は、透過水配管30cおよび弁1

0を通してタンク7Bに供給されて貯留される。

【0035】第3段目の逆浸透膜モジュール3cの膜面で発生したスケールが膜面へ沈着することを防止するために、タンク7Bに貯留された透過水の一部を使用し、第3段目の逆浸透膜モジュール3cの透過水側から原水側へ定期的に逆流洗浄を行う。

【0036】逆流洗浄時には、弁10を閉じ、弁11を開く。そして、タンク7Bに貯留された透過水をポンプ9により第3段目の逆浸透膜モジュール3cの透過水側から0.1~5 kgf/cm<sup>2</sup>の圧力で1~10分間供給する。この逆流洗浄は、例えば0.5~24時間に一回の割合で行う。

【0037】第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cとしては、pH 6.5に調製した食塩濃度0.15%の水溶液を原液として温度25°Cおよび操作圧力15 kgf/cm<sup>2</sup>の条件下で30分間運転した後に測定した食塩阻止率が30%以上となる性能を有する逆浸透膜モジュールを用いる。食塩阻止率が30%未満であれば原水中の有害物質を効果的に除去することができず、実用性に欠けることとなる。

【0038】逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cの逆浸透膜の材質としては、アセチルセルロース、ポリアミド、ポリビニルアルコール等を用いることができ、好ましくは、砒素、フッ素、窒素、農薬、トリハロメタン等の有害物質の阻止性能が高いポリアミドまたはポリビニルアルコールを用いる。

【0039】また、逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cの逆浸透膜の形態としては、非対称膜、複合膜等を用いることができる。さらに、逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cのモジュール構造としては、スパイラル型、中空糸型、チューブラー型、プレートアンドフレーム型等を用いることができる。特に、かん水の脱塩においては、スパイラル型を用いることが好ましい。

【0040】このかん水脱塩装置においては、逆洗機構5により第3段目の逆浸透膜モジュール3cに定期的に透過水側から逆流洗浄を行うことにより、膜面で発生したスケールが膜面へ沈着することを防止することができる。それにより、低い処理コストでスケールの沈着を防止し、高い水回収率を実現することができる。

【0041】したがって、このかん水脱塩装置を用いると、河川水、井戸水、水道水、工業用水等のかん水の脱塩処理において、水回収率を80%以上好ましくは90%以上に保ちながらスケールによる膜性能の低下を招くことなく経済的で実用的な運転を行うことができる。

【0042】なお、上記の例では、逆洗機構5を第3段目の逆浸透膜モジュール3cに設けているが、逆洗機構5を第2段目の逆浸透膜モジュール3bに設けてもよく、あるいは第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3b, 3cに設けてもよい。

【0043】図2は本発明に係るかん水脱塩装置の他の

例を示す模式図である。以下、図2のかん水脱塩装置およびそれを用いたかん水脱塩方法について説明する。

【0044】図2のかん水脱塩装置およびかん水脱塩方法が図1のかん水脱塩装置およびかん水脱塩方法と異なるのは、次の点である。第3段目の逆浸透膜モジュール3cには、図1の逆洗機構5の代わりに、特定の振動数の振動を発生する振動発生装置12が設けられている。この振動発生装置12により第3段目の逆浸透膜モジュール3cに振動が与えられる。

【0045】振動発生装置12により与えられる振動の振動数が5Hzよりも低いと、スケール防止の効果が少なく、また、振動数が100Hzよりも高いと、膜にダメージを与える。したがって、特定の振動数は5～100Hzであることが好ましい。また、効果を最大にするためには、特定の振動数が50～100Hzであることがより好ましい。

【0046】このかん水脱塩装置においても、第1段目および第2段目の逆浸透膜モジュール3a, 3bにより、原水がスケール発生の直前の濃度まで濃縮される。第2段目の逆浸透膜モジュール3bの濃縮水出口から排出される濃縮水は、第3段目の逆浸透膜モジュール3cの原水入口に供給され、総水回収率が80%以上好ましくは90%以上になるまで濃縮される。第3段目の逆浸透膜モジュール3cの濃縮水出口から排出される濃縮水は、濃縮水配管31を通して系外に排出される。

【0047】第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cの透過水出口から排出される透過水は、それぞれ透過水配管30a, 30b, 30cを通してタンク7Bに貯留され、必要に応じて飲料水として供給される。

【0048】このようにして、総水回収率が80%以上好ましくは90%以上になるまで原水が濃縮されつつ透過水がタンク7Bに貯留され、濃縮水が系外に排出される。

【0049】このかん水脱塩装置においては、第3段目の逆浸透膜モジュール3cに振動発生装置12により特定の振動数の振動を与えることにより、スケール成分の凝集を防止し、スケールの発生を防止することができる。また、膜面でスケールが発生した場合でも、発生したスケールが膜面へ沈着することを防止することができる。それにより、低い処理コストでスケールの発生および沈着を防止し、高い水回収率を実現することができる。

【0050】したがって、このかん水脱塩装置を用いると、河川水、井戸水、水道水、工業用水等のかん水の脱塩処理において、水回収率を80%以上好ましくは90%以上に保ちながらスケールによる膜性能の低下を招くことなく経済的で実用的な運転を行うことができる。

【0051】第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cの性能、逆浸透膜の形

10

20

20

30

30

40

40

50

態およびモジュール構造は、図1のかん水脱塩装置と同様である。

【0052】なお、上記の例では、振動発生装置12を第3段目の逆浸透膜モジュール3cに設けているが、振動発生装置12を第2段目の逆浸透膜モジュール3bに設けてもよく、あるいは第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3b, 3cに設けてもよい。

【0053】また、図2のかん水脱塩装置に図1の逆洗機構5を設けてもよい。この場合、スケールの発生および膜面へのスケールの沈着をさらに十分に防止することが可能となる。

#### 【0054】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

【0055】【実施例1】図1に示したかん水脱塩装置を用いて井戸水の脱塩処理を行った。第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cとしては、膜材質がポリアミド製であるスパイラル型逆浸透膜モジュール〔日東電工株式会社製ES20〕を用いた。このスパイラル型逆浸透膜モジュールは、pH6.5に調整した食塩濃度0.15%の水溶液を原液として温度25℃および操作圧力15kgf/cm<sup>2</sup>の条件下で30分間運転した後に測定した食塩阻止率が99.7%となる性能を有する。

【0056】シリカ濃度が16ppmで水温が15℃の井戸水を前処理装置1で凝集濾過にて前処理し、前処理された水を第1段目および第2段目の逆浸透膜モジュール3a, 3bに供給して水回収率が75%になるまで処理し、供給水量の1/4になった濃縮水をそのまま第3段目の逆浸透膜モジュール3cに供給して水回収率90%になるまで処理した。

【0057】第3段目の逆浸透膜モジュール3cを6時間に1回の割合で透過水側から圧力0.5kgf/cm<sup>2</sup>で5分間透過水による逆流洗浄をポンプ9により行った。その結果、シリカスケールが発生することなく安定した性能で運転が可能であった。

【0058】【比較例1】図3に示したかん水脱塩装置を用いて井戸水の脱塩処理を行った。第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cとして、膜材質がポリアミド製であり実施例1と同じ性能を有するスパイラル型逆浸透膜モジュール〔日東電工株式会社製ES20〕を用いた。

【0059】シリカ濃度が16ppmで水温が15℃の井戸水を前処理装置1で凝集濾過にて前処理し、前処理された水を第1～第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cに供給して水回収率が90%になるまで処理した。その結果、シリカスケールが発生し、透過水量が初期の60%まで低下した。

【0060】比較例1の結果から、第3段目の逆浸透膜モジュール3cに逆流洗浄を行わない場合には、水回収

率を90%にするとスケールが発生し、膜性能が低下することがわかる。これに対して、実施例1の結果から、第3段目の逆浸透膜モジュール3cに定期的に逆流洗浄を行うと、水回収率を90%にしてもスケールが発生せず、膜性能の低下が起こらないことがわかる。したがって、図1のかん水脱塩装置を用いたかん水脱塩処理は、経済性を有し、実用的である。

【0061】[実施例2] 図2に示したかん水脱塩装置を用いて井戸水の脱塩処理を行った。第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cとしては、膜材質がポリアミド製であるスパイラル型逆浸透膜モジュール〔日東電工株式会社製ES20〕を用いた。このスパイラル型逆浸透膜モジュールは、pH 6.5に調整した食塩濃度0.15%の水溶液を原液として温度25℃および操作圧力15kgf/cm<sup>2</sup>の条件下で30分間運転した後に測定した食塩阻止率が99.7%となる性能を有する。

【0062】シリカ濃度が16ppmで水温が15℃の井戸水を前処理装置1で凝集濾過にて前処理し、前処理された水を第1段目および第2段目の逆浸透膜モジュール3a, 3bに供給して水回収率が75%になるまで処理し、供給水量の1/4になった濃縮水をそのまま第3段目の逆浸透膜モジュール3cに供給して水回収率93%になるまで処理した。

【0063】そのとき、振動発生装置12により第3段目の逆浸透膜モジュール3cに80Hzの振動を与えた。その結果、シリカスケールが発生することなく安定した性能で運転が可能であった。

【0064】[比較例2] 図3に示したかん水脱塩装置を用いて井戸水の脱塩処理を行った。第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cとして、膜材質がポリアミド製であり実施例2と同じ性能を有するスパイラル型逆浸透膜モジュール〔日東電工株式会社製ES20〕を用いた。

【0065】シリカ濃度が16ppmで水温が15℃の井戸水を前処理装置1で凝集濾過にて前処理し、前処理された水を第1～第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cに供給して水回収率が93%になるまで処理した。その結果、シリカスケールが発生し、透過水量が初期の40%まで低下した。

【0066】[比較例3] 図4に示したかん水脱塩装置を用いて井戸水の脱塩処理を行った。第1段目、第2段目および第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cとして、膜材質がポリアミド製であり実施例2と同じ性能を有するスパイラル型逆浸透膜モジュール〔日東電

工株式会社製ES20]を用いた。

【0067】シリカ濃度が16ppmで水温が25℃の井戸水を前処理装置1で凝集濾過にて前処理し、前処理された水にスケール成分除去処理装置8でシリカスケール防止剤としてアルゴサイエンティフィック(ARVO SCIENTIFIC)製の商品名HYPERSPERSE-SI300を2mg/L注入した後、第1段目～第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cに供給して水回収率が93%になるまで処理した。その結果、シリカスケールが発生し、透過水量が初期の60%まで低下した。

【0068】比較例2の結果から、第3段目の逆浸透膜モジュール3cに振動を与えない場合には、水回収率を93%にするとスケールが発生し、膜性能が低下することがわかる。また、比較例3の結果から、第1～第3段目の逆浸透膜モジュール3a, 3b, 3cによる処理を行う前にスケール原因成分を除去する処理を行っても、第3段目の逆浸透膜モジュール3cに振動を与えない場合には、水回収率を93%にするとスケールが発生し、膜性能が低下することがわかる。

【0069】これに対して、実施例2の結果から、第3段目の逆浸透膜モジュール3cに特定の振動数の振動を与えると、水回収率を93%にしてもスケールが発生せず、膜性能の低下が起こらないことがわかる。したがって、図2のかん水脱塩装置を用いたかん水脱塩処理は、経済性を有し、実用的である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るかん水脱塩装置の一例を示す模式図である。

【図2】本発明に係るかん水脱塩装置の他の例を示す模式図である。

【図3】従来のかん水脱塩装置の一例を示す模式図である。

【図4】従来のかん水脱塩装置の他の例を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

1 前処理装置

2 高圧ポンプ

3a, 3b, 3c 逆浸透膜モジュール

40 5 逆洗機構

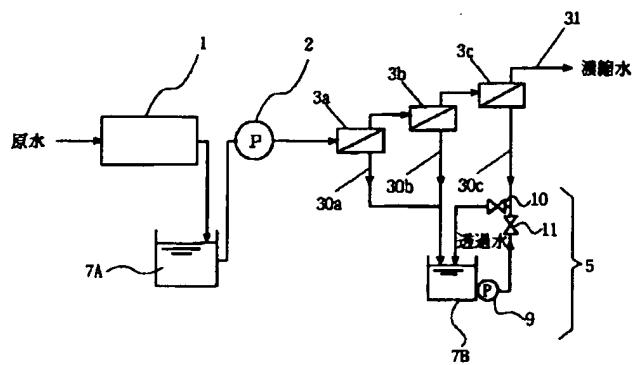
7A, 7B タンク

9 ポンプ

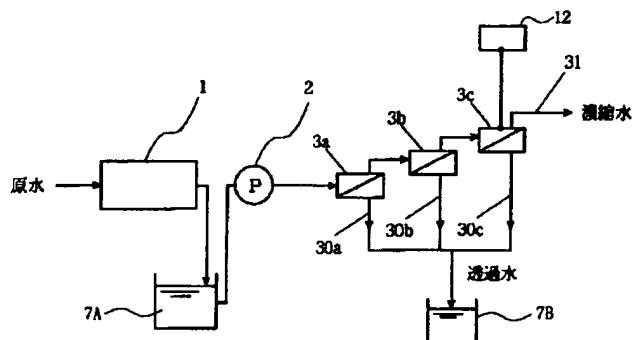
10, 11弁

12 振動発生装置

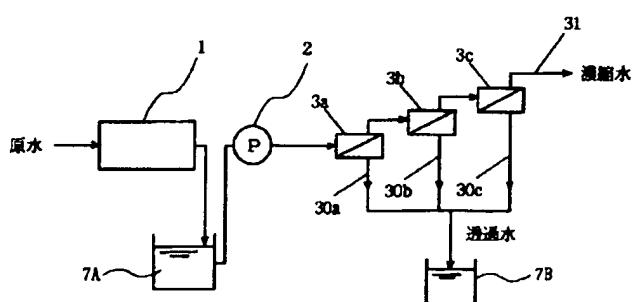
【図1】



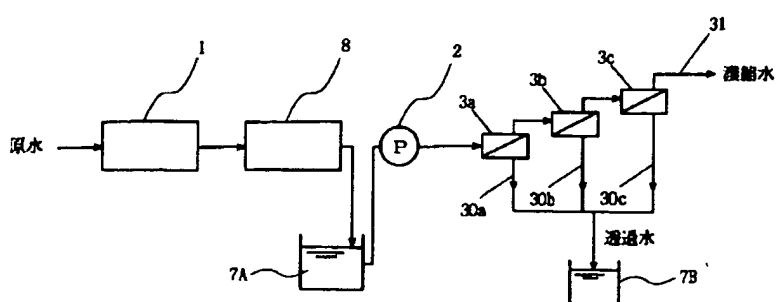
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 0 1 D 65/08

識別記号

F I

B 0 1 D 65/08